第４講　摩擦力

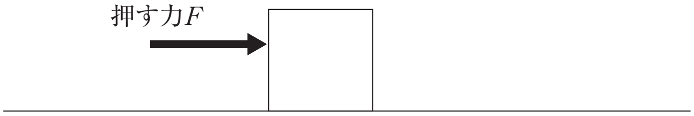
1

［A］

図のように粗い面上に重さ 100［N］の物体をおき，図の左方から適当な大きさ F［N］の力を水平に加える。物体と面の間の静止摩擦係数を 0.5，動摩擦係数を 0.2 として以下の問に答えよ。

(1)　$F=30$［N］の力を加えたが，物体は動かなかった。摩擦力の大きさ R［N］はいくらか。

(2)　横軸に F［N］，縦軸に R［N］をとり，押す力 F［N］と摩擦力の大きさ R［N］の関係を表すグラフを書け。

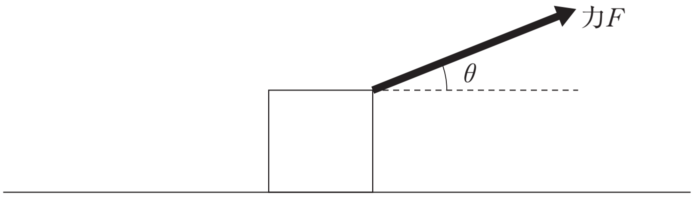


［B］

図のように粗い面上に質量 m の物体をおき，図の左方から適当な大きさ F の力を水平方向からはかって θ の方向に加える。重力加速度を g，物体と面の間の静止摩擦係数を μ，動摩擦係数を μ' とする。

(1)　ある大きさの力 F を加えたら，物体は床上をすべりだした。物体が動き出す直前の力 F の大きさはいくらか。

(2)　その後力 F の大きさを調節すると，物体は床上を等速度運動をした。このときの力 F の大きさはいくらか。



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

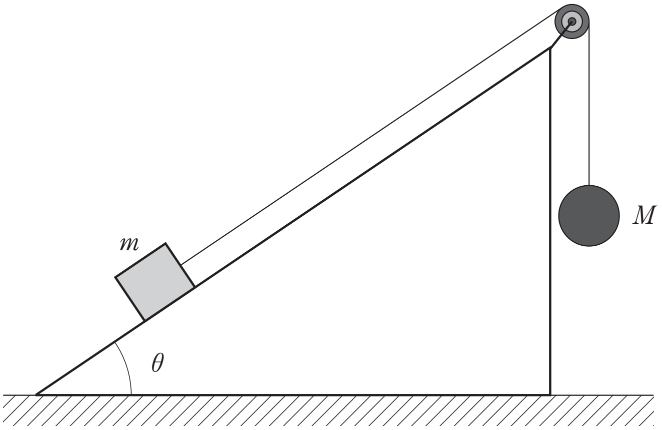
2

図のように，傾きの角が θ のあらい斜面の上に質量 m，斜面との静止摩擦係数 μ の物体がある。物体に軽くて伸びない糸を付け，頂点に固定した軽い滑車に通し，糸の端に質量 M のおもりをつるす。重力加速度の大きさを g として次の問に答えよ。

(1) 糸の張力の大きさを求めよ。

(2) 物体が滑り落ちないためには，おもりの質量 M はいくら以上でなければならないか。

(3) 物体が滑り上がらないためには，おもりの質量 M はいくら以下でなければならないか。



©RECRUIT HOLDINGS

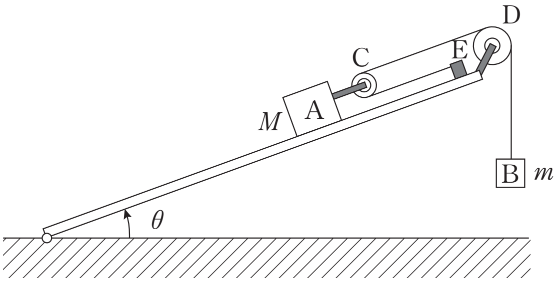
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3

　図のように，水平面に対して傾き角 θ を0から $\frac{\pi}{2}$ [rad] の範囲で変化させることができる斜面があり，物体A，物体Bが，滑車C，滑車Dおよび糸をかいして結ばれており，糸の一端は斜面上の点Eに固定されている。滑車Cは物体Aに取り付けられており，滑車Dは斜面の上端部に固定されている。物体Aの質量は M [kg]，物体Bの質量は m [kg] であり，物体Aは斜面に沿って運動し，物体Bは鉛直方向に運動する。物体Aと斜面との静止摩擦係数は μ，重力加速度の大きさは g [m/s^2] である。糸および滑車の質量は無視でき，滑車の回転はなめらかであるとする。はじめ，２つの物体は静止しており，この状態から斜面の傾きをゆっくりと大きくしていくと，角度 θ が θ_0 [rad] を越えたときに，物体Aは斜面に沿って下向きに滑り出し，物体Bは鉛直上向きに運動を開始した。以下の文章の空欄 (ア) ～ (エ) を本問題中で与えられている記号のうち，必要なものを使ってうめよ。なお，計算の途中経過は不要であり，答のみを解答欄に記入すること。



　２つの物体が動き出す直前の $\theta=\theta_0$ の状態について考えると，物体Aに対して斜面に沿って上向きに作用する静止摩擦力の大きさは (ア) [N] であるから，糸の張力の大きさを T_0 [N] とすれば，物体Aに関する斜面に平行な方向の力のつりあい式は (イ) となる。同様に，物体Bに関する鉛直方向の力のつりあい式を糸の張力の大きさ T_0 を用いて表せば (ウ) となる。これらの結果より，静止摩擦係数 μ を２つの物体の質量 M，m と角度 θ_0 を用いて表すと，$\mu=$ (エ) となる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

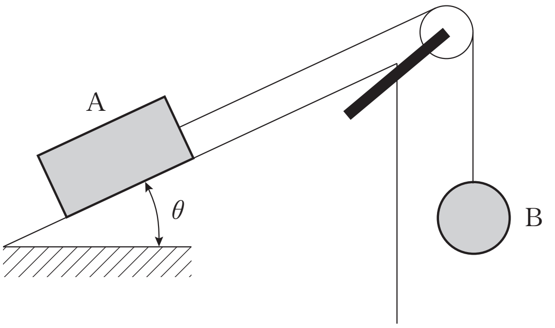
< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　確認テスト

水平から角 θ だけ傾いた粗い斜面に質量 M の物体 A を置き，これに伸び縮みしない軽い糸をつなぎ，この糸を図のように滑らかに動く軽い滑車に通し，糸の他端に質量 m の物体 B をつなげた。斜面と物体 A との間の静止摩擦係数を μ，動摩擦係数を μ'，重力加速度を g として，次の問に答えよ。



(1)　物体 A と B は静止し，全く動こうとしなかった。このとき，物体 A に働く摩擦力はいくらか。ただし，摩擦力の向きは斜面下向きとし，斜面と物体 A との間の静止摩擦係数を μ とする。

①　$\mu Mg\cos\theta$　　②　$\mu Mg\sin\theta$
③　$\mu Mg\tan\theta$　　④　$mg-Mg\cos\theta$
⑤　$mg-Mg\sin\theta$　　⑥　$mg-Mg\tan\theta$

(2)　物体 A と B が静止しているためには，物体 B の質量は［ア］$\leqq m \leqq$［イ］をみたさなければならない。［　］にあてはまるものを答えよ。

①　$\mu Mg\cos\theta$　　②　$\mu Mg\sin\theta$
③　$M(\sin\theta-\mu\cos\theta)$　　④　$M(\sin\theta+\mu\cos\theta)$
⑤　$M(\sin\theta+\mu'\cos\theta)$　　⑥　$M(\sin\theta-\mu'\cos\theta)$

(3)　物体 B の質量を調節して，物体 B が鉛直下向きに運動しているとき，物体 B の加速度の大きさはいくらか。

①　$\dfrac{m-\mu' M\sin\theta}{m+M}g$　　②　$\dfrac{m-\mu' M\cos\theta}{m+M}g$
③　$\dfrac{m\cos\theta-\mu' M\sin\theta}{m+M}g$　　④　$\dfrac{m\sin\theta-\mu' M\cos\theta}{m+M}g$
⑤　$\dfrac{m-M\sin\theta-\mu' M\cos\theta}{m+M}g$　　⑥　$\dfrac{m-M\cos\theta-\mu' M\sin\theta}{m+M}g$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

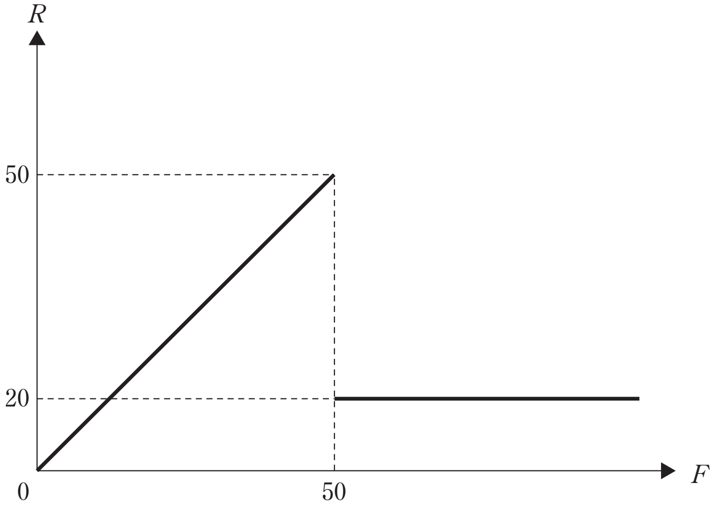
第４講　解答

1

［A］

(1)　30［N］

(2)



［B］

(1)　$\dfrac{\mu mg}{\cos\theta+\mu\sin\theta}$　　(2)　$\dfrac{\mu' mg}{\cos\theta+\mu'\sin\theta}$

2

(1)　Mg　　(2)　$(\sin\theta-\mu\cos\theta)m$　　(3)　$(\sin\theta+\mu\cos\theta)m$

3

(ア)　$\mu Mg\cos\theta_0$　　(イ)　$2T_0+\mu Mg\cos\theta_0=Mg\sin\theta_0$

(ウ)　$T_0=mg$　　(エ)　$\tan\theta_0-\dfrac{2m}{M}\dfrac{1}{\cos\theta_0}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第4講　確認テスト

【解答】

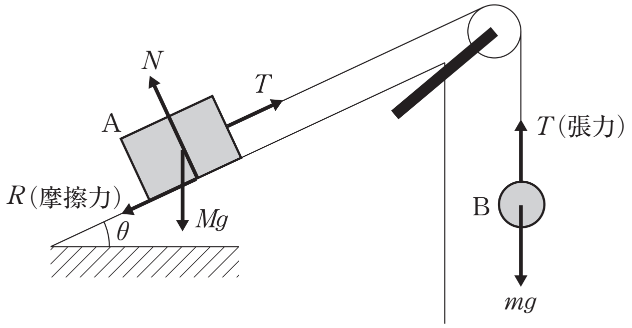
(1)　⑤　　(2)　ア：③　イ：④　　(3)　⑤

【解説】

力のつりあい

A $\begin{cases} T = R + Mg\sin\theta & \text{——Ⅰ} \\ N = Mg\cos\theta & \text{——Ⅱ} \end{cases}$

B：$T = mg$ ——Ⅲ



(1)　ⅠⅢから T を消去

$$\boldsymbol{R = mg - Mg\sin\theta} \quad \text{——Ⅳ}$$

(2)　すべらない条件は

$$|R| \leqq \mu N$$

ⅡとⅣを代入して

$$|mg - Mg\sin\theta| \leqq \mu Mg\cos\theta$$

$$-\mu Mg\cos\theta \leqq mg - Mg\sin\theta \leqq \mu Mg\cos\theta$$

$$\therefore \quad \underline{\boldsymbol{M(\sin\theta - \mu\cos\theta)}}_{ア} \leqq m \leqq \underline{\boldsymbol{M(\sin\theta + \mu\cos\theta)}}_{イ}$$

(3)　運動方程式は

$$\begin{cases} \text{A}：Ma = T' - Mg\sin\theta - \mu' Mg\cos\theta \\ \text{B}：ma = mg - T' \end{cases}$$

和をとって，加速度 a は

$$a = \boldsymbol{\frac{m - M\sin\theta - \mu' M\cos\theta}{m + M}g}$$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。